

М. Д. Юрченко, М. М. Балачков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, mdy2@tpu.ru

ПОЛУЧЕНИЕ ИНТЕРМЕТАЛЛИДНЫХ МАТРИЦ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ NI–AL ДЛЯ ДИСПЕРСИОННОГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА МЕТОДОМ СВС

В работе произведены исследования по синтезу интерметаллидной матрицы моноалюминида никеля дисперсионного ядерного топлива методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза. Показано влияние различного количества инертной добавки на температурный режим протекания реакции. Исследованы нейтронно-физические характеристики полученного материала, установлено минимальное влияние на запас реактивности топлива матрицей NiAl.

Ключевые слова: ядерная энергетика; дисперсионное ядерное топливо; интерметаллид; NiAl; самораспространяющийся высокотемпературный синтез; инертная добавка; нейтронно-физические свойства.

M. D. Yurchenko, M. M. Balachkov

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk

THE OBTAINING OF INTERMETALLIC MATRIX BASED ON NI–AL SYSTEM FOR DISPERSION NUCLEAR FUEL BY SHS

In this paper, the synthesis of the intermetallic NiAl matrix of a dispersive nuclear fuel obtaining by the method of SHS has been researched. The effect of different amounts of inert additives on the temperature of the reaction has been investigate. The experiments were carried out to study the neutron-physical properties of the compounds obtained.

Key words: nuclear power engineering; dispersive nuclear fuel; intermetallic; nickel monoaluminide NiAl; self-propagating high-temperature synthesis; inert additive; neutron-physical properties

В настоящее время развитие ядерной отрасли происходит очень быстрыми темпами. Вслед за развитием самой отрасли и увеличения потребностей человека всё большее значение имеет качество используемых в данной области материалов, а также дешевизна их производства. Одним из самых важных элементов в ядерной промышленности является используемое топливо.

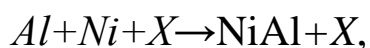
Традиционно используемое керамическое ядерное топливо, представленное в основном диоксидом урана, имеет свои недостатки. Главный из них – низкая теплопроводность, приводящая к возникновению термических напряжений в таблетке и растрескиванию хрупкой при высоких температурах керамики. Из-за существующих недостатков керамики наиболее рациональным представляется использование дисперсионного ядерного топлива (ДЯТ), представляющее собой матрицу из неделящегося вещества, в которую диспергированы топливные частицы. Из-за широких возможностей использования различных материалов матрицы представляется возможным подбор соединений со свойствами, позволяющими исправить недостатки традиционного топлива и добавить новых преимуществ ДЯТ.

Перспективным материалом для матрицы ДЯТ являются интерметаллиды – химические соединения двух и более металлов.

Интерметаллидные соединения можно получать экономически выгодным методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС). Данный метод основан на способности некоторых элементов вступать в экзотермические реакции при нагревании, причем тепловыделение передается от слоя к слою, постепенно распространяя волну реакции по всему объему синтезируемого образца. СВС технологически прост и экономически выгоден.

Проводились исследования термодинамических характеристик СВ-синтеза матрицы Ni-Al при разбавлении шихты реагентов инертной добавкой, которая в дальнейшем будет заменена топливом.

Реакцию, протекающую в процессе СВС можно описать уравнением:



где X – используемая инертная добавка.

В процессе экспериментов получены термограммы (рис. 1.)

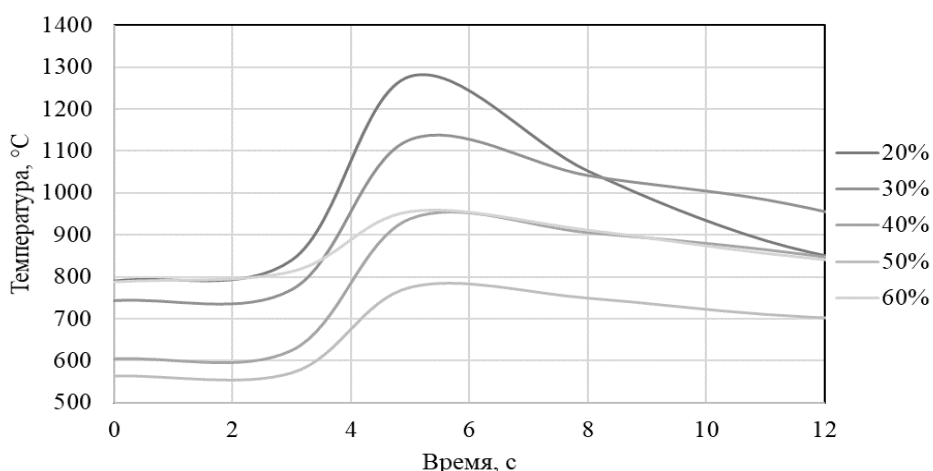


Рис. 1. Температурные режимы синтеза

При увеличении содержания инертной добавки в объеме образца происходит уменьшение энерговыделения, что уменьшает соответственно количество расплавов и расслоений в конечном продукте.

Необходимым свойством для материалов, используемых в активной зоне реактора является как можно меньшее отрицательное действие на продвижение нейтронов, чтобы не препятствовать протеканию цепной самоподдерживающейся реакции деления.

Проведена теоретическая оценка ослабления нейтронов с использованием групповых констант для расчета реакторов [1]. Вычисления производились в расчете на реакцию нейтронного захвата. Также были осуществлены эксперименты по ослаблению потока нейтронов синтезированными образцами.

Для сравнения с NiAl матрицей использованы данные об известной миру молибденовой матрице (рис. 2). В области тепловых нейтронов наблюдается согласование экспериментальных и расчетных данных для матрицы NiAl, а также её незначительное превосходство над молибденовой матрицей и несколько меньшее ослабление потока нейтронов.

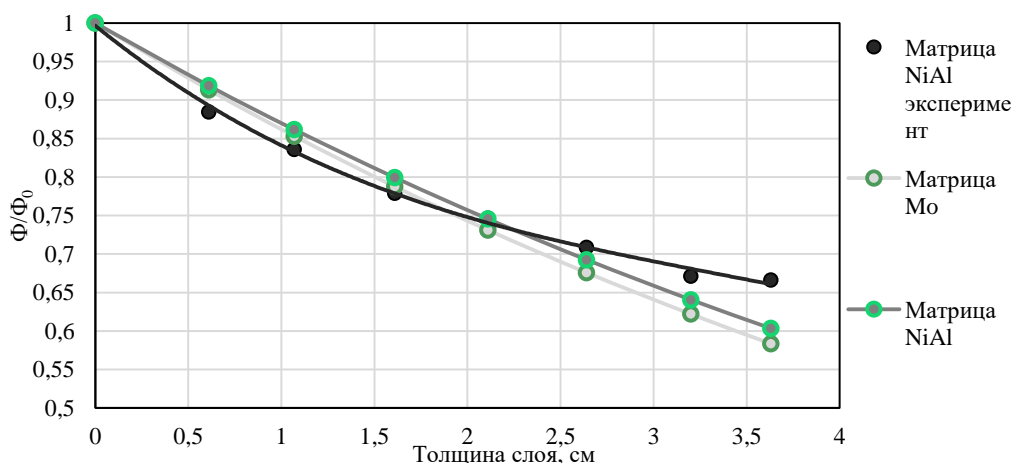


Рис. 2. Ослабление потока тепловых нейтронов

Однако при анализе зависимостей, полученных для быстрых нейтронов (рис. 3), отмечается на порядок меньший отрицательный вклад в реактивность матрицей NiAl, что говорит о возможности использования данной матрицы в реакторах на быстрых нейтронах.

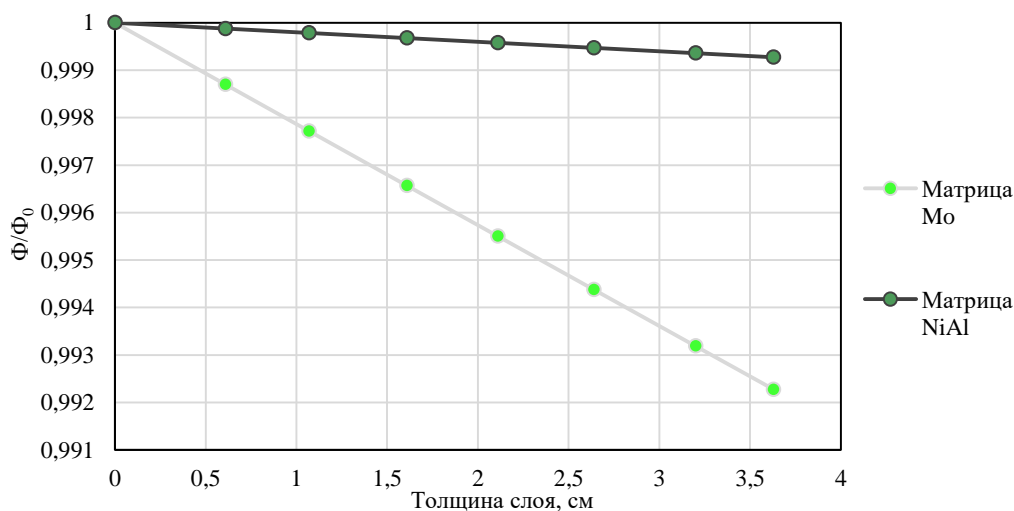


Рис. 3. Ослабление потока быстрых нейтронов

Таким образом, в данной работе: отработан синтез матрицы NiAl ДЯТ; исследованы температурные режимы синтеза при разбавлении шихты добавкой, а также обнаружены отличные показатели нейтронно-физических параметров данной матрицы.

Список использованных источников

1. Групповые константы для расчета реакторов и защиты / Л. П. Абагян, Н. О. Базазянц, М. Н. Николаев, А. М. Цибуля. М. : Энергоиздат, 1981. 233 с.